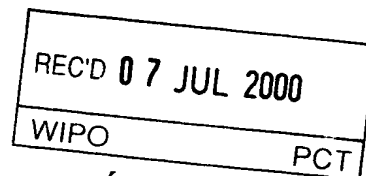


#2

PCT/CZ00/00042  
12.06.00

4  
10/018119 ČESKÁ REPUBLIKA  
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ



28/12

potvrzuje, že  
ÚSTAV CHEMICKÝCH PROCESŮ AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY, Praha, CZ

podal(i) dne 17.06.1999

příhlášku vynálezu značky spisu PV 1999 - 2185

a že připojený popis a 1 výkres(y) se shodují úplně  
s původně podanými přílohami této přihlášky.



*Marta Hošková*  
Za předsedu: Ing. Hošková Marta



V Praze dne 3.7.2000

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Způsob a zařízení ke zpracování sklářských materiálů

### Oblast vynálezu

Vynález se týká způsobu tepelného zpracování sklářských materiálů a zařízení k provádění tohoto způsobu. Pod zpracováním sklářských materiálů se přitom rozumí tavení či čerení sklářské drti, hmoty nebo směsi či kmene nebo vytvrzování či formování skla.

### Dosavadní stav techniky

V současné době se k tavení skla či k výrobě skloviny používají výhradně sklářské pece vyhřívané plynovými hořáky. Jejich nevýhodou je značná váha a robustnost vzhledem k nutnosti vyhřívání celé pece vyžadující silnostěnné izolační vrstvy - šamot a tím je znemožněna jejich mobilita, t.j. možnosti přemísťování z místa na místo například u příležitosti výstav. Z hlediska životního prostředí kromě toho vznikají škodlivé spaliny ze spalování značného množství plynu a nepříjemné je i silné sálání tepla do pracovního prostoru. Byla snaha tyto klasické sklářské pece nahradit elektrickými pecemi, avšak vzhledem k požadovaným parametrům jako je teplota, výkon, spotřeba se neujaly z různých důvodů včetně ekonomických. Rychlé roztavení skla klasickými druhy ohřevu je totiž znevýhodněno jeho nízkou tepelnou vodivostí. Kromě toho některé druhy skel, zejména obsahujících železo, například svářečské sklo, účinně odrážejí infračervené paprsky a hloubka jejich ohřevu je tedy značně omezená.

Pokusy aplikovat mikrovlnnou techniku ohřevu narážejí na skutečnost, že většina skel je pro mikrovlny transparentní, t.j. sklo mikrovlny při pokojové teplotě neadsorbuje a je třeba je aktivovat, t.j. učinit způsobitelnými pro absorpci mikrovln. Je známo, že při určité teplotě - cca 500 °C a výše, začnou kladně nabitě částice alkalických iontů vibrující v negativně nabitě intersticiální poloze účinkovat jako oscilační dipól, což je základem pro absorpci mikrovln. Předehřátí lze dosáhnout na příklad elektrickým ohřevem, to však vyžaduje hybridní pec, t.j. pec s kombinovaným elektrickým a mikrovlnným ohřevem, což je poměrně nákladné a kapacitně omezené. Někteří autoři použili k předehřátí transparentních materiálů jako je např. azbest nebo křemelina různých aditiv absorbujících mikrovlny např. práškové železo, chlorid železitý či borax [F.G. Wihsmann, R. Kokoschko, K. Forkel, Sklár a keramik 46, 75 (1996)]. Tyto materiály však nejsou jako aditiva do skelných materiálů vhodné, neboť reagují se skelnou hmotou a změnily by složení i strukturu skla, což je nežádoucí. Jiní autoři použili k předehřátí náplně obal absorbující mikrovlny či hydrataci materiálu před tavením [M.P. Knox, G.J. Copley, Glass Technology 38, 91 (1997)]. Ani tyto způsoby aktivace však nejsou dokonalé, protože v případě absorpčního obalu nemohou mikrovlny proniknout do vsazeného materiálu a teplo se v tomto případě šíří sáláním jako při klasickém ohřevu. Hydratace neboli navlhčení u většiny skel není dostačující pro zahřátí na požadovanou teplotu.

### Podstata vynálezu

Podstatou způsobu tepelného zpracování sklářských materiálů, který odstraňuje uvedené nedostatky spočívá v tom že sklářský materiál obsahuje inertní aditivum vybrané ze skupiny karbidů, nitridů či boridů v množství 5 až 50 g na kg sklářského materiálu a takto připravená směs se vystaví účinkům mikrovlnného záření o frekvenci 2450 MHz.

Inertní aditivum je s výhodou vybráno ze skupiny karbidů křemíku - SiC, wolframu - WC, boru - B<sub>4</sub>C, titanu - TiC, wolframu - WC nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, nebo boridů titanu - TiB<sub>2</sub>, niobu - Nb<sub>2</sub>, vanadu VB<sub>2</sub>, wolframu WB<sub>2</sub> nebo hliníku AlB<sub>2</sub>.

Podstata zařízení k provádění způsobu spočívá v tom, že zařízení se skládá z mikrovlnné pece s nejméně jedním generátorem mikrovln o frekvenci 2450 MHz s dvojitou emisí o výkonu 0,5 až 1 kW na kg sklářského materiálu, s rozdělením výkonu do nejméně 10 stupňů.

Podstatné znaky zařízení podle vynálezu lze konkretizovat, respektive dále rozvíjet a to příkladně v následujících provedeních.

Vnitřní stěny pece jsou vyloženy izolačními rohožemi z oxidu hlinitého - korundu.

Víko pece je opatřeno mechanickým a magnetickým bezpečnostním spínačem.

V peci je instalován bezkontaktní infračervený teploměr, jehož signál je napojen na mikroprocesor pro řízení generátoru mikrovln.

Pec je opatřena transportními koly.

Způsob a zařízení podle vynálezu jsou tudíž založeny na využití mikrovlnné energie k selektivnímu ohřevu skla či sklářských materiálů. To znamená, že se ohřívá pouze požadovaný materiál a to rovnoměrně v celém objemu, přičemž okolí zůstává chladné. Tímto způsobem se dodaná energie využije výhradně k roztavení požadovaného materiálu a není nutné vyhřívat celou pec. Dále je vynález založen na použití inertních materiálů jako aditiv (např. karbidu křemíku) do skelné hmoty či kmene. Tyto inertní materiály silně absorbují mikrovlny již při pokojové teplotě, ale vlastnosti skla neovlivňují. Takto lze roztavit každý druh skla bez ohledu na složení a velikost částic, včetně jakýchkoliv sklářských kmenů. Proces tavení je extrémně rychlý a je omezen pouze tepelnou odolností tavícího keramického kelímku. Kovový kelímek nelze použít kvůli nepříznivé interakci s mikrovlnami.

Nežádoucí jevy jako ztráty materiálu či oxidace materiálu vzdušným kyslíkem jsou při mikrovlnném tavení úplně potlačeny. Vlastnosti skla zůstávají zcela zachovány, ale dají se i změnou tavícího režimu změnit, například lze vhodným využitím mikrovlnné energie při tavení kmene získat i sklo odlišných vlastností, kterých nelze dosáhnout v klasických sklářských pecích (např. co do morfologie či mikrostruktury).

Výhody vynálezu založené na použití sklářské pece s využitím mikrovlnného ohřevu lze stručně shrnout do následujících bodů:

Rychlý a objemový ohřev - objemovým ohřevem se na rozdíl od klasického ohřevu rozumí vlastnost mikrovln ohřívat materiál téměř rovnoměrně a to směrem ze středu ke stěnám.

Selektivní ohřev - vlastnost selektivního ohřevu spočívá v tom, že dochází k ohřevu pouze požadovaného materiálu a nikoliv okolí, které zůstává chladné.

Trvalé zapnutí pece není nutné - pec lze kdykoliv vypnout a znovu zapnout, tj. není třeba ji udržovat v neustálém provozu.

Nízká spotřeba elektrické energie a tím i podstatně nižší provozní náklady - tento bod je důsledkem předcházejících bodů 1-3.

Zdravotně nezávadné pracovní prostředí - z hlediska životního prostředí nedochází k vývoji škodlivých spalin ani ke zvýšení teploty pracovního prostředí.

Kromě tavení skla je možné využití pece pro čerení, vytvrzování či pro formování různých skelných materiálů.

Možnost tavení více vzorků skla za účelem např. barevných dekorací.

#### Popis obrázků na výkrese

Na připojeném výkrese je schematicky v osovém řezu znázorněno jedno z možných provedení zařízení sklářské pece podle vynálezu.

#### Příklady provedení vynálezu

##### Příklad 1

Do keramického kelímku o objemu 4 l bylo vloženo 5 kg skleněné drti z průsvitného skla o velikosti částic od 2 do 6 mm a 100 g kompaktního karbidu křemíku (SiC) a kelímek byl vložen do mikrovlnné pece. Po uzavření pece byl obsah kelímku zahříván mikrovlnným zářením o výkonu 4 kW do roztavení náplně. Roztavené sklo bylo udržováno při teplotě  $1200 \pm 50$  °C a zpracováno na různé užitkové předměty.

##### Příklad 2

Do keramického kelímku o objemu 4 l byly vloženy 2 kg směsi sestávající z kmene pro olověný křišťál a 50 g kompaktního karbidu wolframu (WC) a kelímek byl vložen do mikrovlnné pece. Po uzavření pece byl obsah kelímku zahříván do roztavení a vyčerení skloviny na teplotu 1450 °C a poté na  $1200 \pm 20$  °C. Roztavené sklo bylo dále udržováno při této teplotě a zpracováno na různé užitkové předměty.

### Příklad 3

Tavení skla podle příkladu 2 bylo provedeno za stejných podmínek s tím rozdílem, že bylo postupně použito karbidů křemíku - SiC, wolframu - WC, boru - B<sub>4</sub>C, titanu - TiC, wolframu - WC, nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, nebo boridů titanu - TiB<sub>2</sub>, niobu - Nb<sub>2</sub>, vanadu VB<sub>2</sub>, wolframu WB<sub>2</sub> nebo hliníku AlB<sub>2</sub>.

### Příklad 4

Mikrovlnná sklářská pec obsahuje vnější plášť 8.1. a vnitřní plášť 8.2. Vnitřní plášť 8.2 vymezuje tepelně izolační prostor, který je vyplněn izolačními rohožemi 3 z oxidu hlinitého - korundu, které jsou transparentní pro mikrovlny vysokých teplotách. Na vnitřním plášti 8.2 jsou umístěny jednotlivé magnetrony 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, které zasahují do meziprostoru mezi vnitřní pláštěm 8.2 a vnějším pláštěm 8.1. V meziprostoru je rovněž umístěn ventilátor 4 ke chlazení magnetronů 1.1 - 1.4. V horní části je sklářská pec opatřena otvorem 10 s uzávěrem 11, z kterého vyčnívá průzor 7. Na uzávěru 11 je instalován bezpečnostní spínač 9. Na průzor 7 dále navazuje infračervené čidlo 5, které je napojeno na měřič a regulátor teploty 6 s mikroprocesorem pro řízení režimu pece. Spodní dno vnějšího pláště 8.1 je opatřeno manipulačními transportními koly 12. Do izolačního prostoru je vložena vanička 2 s náplní sklářského materiálu.

Čtyři generátory mikrovln - magnetrony 1.1 - 1.4 generují mikrovlny o frekvenci 2450 MHz s dvojitou emisí za účelem dosažení co nejhomogennějšího elektromagnetického pole. Celkový mikrovlnný výkon byl volen podle požadavku na množství sklářského materiálu a pohyboval se v rozmezí od 2 do 6 kW s výhodou 4 kW. Celkový výkon byl dále rozdělen na řadu stupňů (až 20), umožňujících použití jemně odstupňovaného výkonu podle požadavků na rychlost ohřevu a udržování konstantní teploty taveniny ve vaničce 2. Teplota taveniny byla měřena bezkontaktním infračerveným čidlem 5 a regulována měřičem a regulátorem teploty 6 s mikroprocesorem. Bezpečnostní mechanický spínač 9.1 a magnetický spínač 9.2 na víku 11 slouží k zabránění úniku mikrovln při otevření pece tak, že záření se po otevření pece vypne.

### Průmyslová využitelnost

Vynálezu je možné využít pro tavení či přípravu všech druhů skel bez ohledu na míru absorpce mikrovln. Mikrovlnou pec lze výhodně využít ve sklárnách pro laboratorní účely (např. příprava modifikovaných či nových druhů skel), pro umělecké účely (výroba uměleckých předmětů, replik ap.), pro dekorační účely (dekorace základního tvaru různými druhy barevných skel), tj. v sklářských laboratořích, studiích, uměleckých atelierech, domácích sklářských dílnách ap. Vzhledem ke snadné mobilitě lze pec využívat na výstavách pro demonstraci výroby skleněných předmětů jako součást propagace firemních výrobků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob tepelného zpracování sklářských materiálů vyznačený tím, že sklářský materiál obsahuje inertní aditivum vybrané ze skupiny karbidů, nitridů či boridů v množství 5 až 50 g na kg sklářského materiálu a takto připravená směs se vystaví účinkům mikrovlnného záření o frekvenci 2450 MHz.
2. Způsob tepelného zpracování skla podle nároku 1 vyznačený tím, že inertní aditivum je vybráno ze skupiny karbidů křemíku - SiC, wolframu - WC, boru - B<sub>4</sub>C, titanu - TiC, wolframu - WC nebo nitridů vanadu - VN, boru - BN, nebo boridů titanu - TiB<sub>2</sub>, niobu - Nb<sub>2</sub>, vanadu VB<sub>2</sub>, wolframu WB<sub>2</sub> nebo hliníku AlB<sub>2</sub>.
3. Zařízení k provádění způsobů podle bodu 1 a 2 vyznačené tím, že se skládá z mikrovlnné pece s nejméně jedním generátorem mikrovln / 1.2 - 1.4 / o frekvenci 2450 MHz s dvojitou emisí o výkonu 0,5 až 1 kW na kg sklářského materiálu s rozdělením výkonu do nejméně 10 stupňů.
4. Zařízení podle nároku 3 vyznačené tím, že vnitřní stěny pece jsou vyloženy izolačními rohožemi / 3 / z oxidu hlinitého - korundu.
5. Zařízení podle nároku 3 až 4 vyznačené tím, že víko /11/ pece je opatřeno bezpečnostním mechanickým spínačem / 9.1/ a magnetickým spínačem / 9.2/.
6. Zařízení podle nároku 3 až 5 vyznačené tím, že pec je u průzoru /7/ opatřena bezkontaktním infračerveným čidlem /5/, jehož signál je napojen na mikroprocesor pro řízení generátoru mikrovln.
7. Zařízení podle nároků 3 až 6 vyznačené tím, že pec je opatřena transportními koly /12/ .

